

室内外互干扰条件下的TD-SCDMA组网策略

TD-SCDMA Networking Strategy with Interference Between Indoor and Outdoor Network

TD-SCDMA系统能够通过不同的上下行时隙配比实现不同的小区容量和吞吐量。为了提高小区的吞吐量,TD-SCDMA引入了高速下行分组接入(HSDPA)技术,HSDPA采用更高的调制解调技术和快速的调度算法,大大提高了频谱的利用率,在上下行1:5配比之下频谱利用率可以达到每赫兹2 Mb/s多^[1-4]。

目前中国移动在8个城市建设的TD-SCDMA网络都已升级支持HSDPA功能,并采用HSDPA独占一个载频的组网方式。

1 室内外的不同时隙配比

TD-SCDMA系统为了提高用户的数据包交换(PS)域的吞吐量,引入了HSDPA技术,使得TD-SCDMA系统的理论下行吞吐量单时隙从128 kb/s提高到560 kb/s。考虑到PS域高速业务大多数情况下发生在室内,因此采用室内外不同时隙配比的方式,室内采用2:4配置,室外采用3:3配置^[5-7]。

同一载波下室内外不同时隙配比必然造成交叉时隙的干扰问题^[8-10],如室内小区的TS₃时隙为下行,而室外小区的TS₃时隙为上行,彼此形成交叉时隙。

为了评估该组网方案的可行性,我们进行了TD系统室内外不同时隙配比互干扰测试研究。

2 不同时隙配比的互干扰

为了评估交叉时隙时系统的可行性,需要测试各种情况下室内外小区的互干扰情况,测试包括真实加载

姬舒平/JI Shu-ping, 赵黎波/ZHAO Li-bo, 董晖/DONG Hui

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳, 518057)
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

中图分类号: TN92 文献标识码: A 文章编号: 1009-6868 (2009) 04-0047-05

摘要: TD-SCDMA移动通信系统在数据业务方面引入了高速下行分组接入(HSDPA)新技术,用户下行理论数据吞吐量可以达到每时隙560 kb/s。由于TD-SCDMA技术可以采用灵活的上下行时隙配比,同时考虑到数据业务多发生在室内环境中,因此在组网方面,可以考虑室内外采用不同的时隙配比,即室内2:4、室外3:3分配时隙,但是不可避免会造成同频组网下室内外时隙的互干扰,为此文章作者进行了TD-SCDMA室内外不同时隙配比互干扰测试,结合本次测试,对TD-SCDMA系统室内外不同时隙配比同频互干扰测试的理论进行分析研究,提出了TD-SCDMA室内外不同时隙配比同频互干扰条件下的组网推荐策略。

关键词: 干扰; 时隙配比; TD-SCDMA; 高速下行分组接入

Abstract: The High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) technology is employed in the TD-SCDMA mobile communication system. Theoretically, the HSDPA peak data rate per time slot available in the terminals can be 560 kb/s. Since the data services are often occurred indoors, so the flexible time slot allocation between uplink and downlink is applied in TD-SCDMA network strategy, i.e. TS₁ and TS₂ are uplink time slots and TS₃, TS₄, TS₅ and TS₆ are downlink time slots in the indoor cell; and symmetry time slots are for the outdoor cell. In the intra-frequency cell network, it can cause the intra-frequency interference between the cells. So the research on the intra-frequency crossed time slots interference is done and the suggestions on the intra-frequency crossed time slots network strategy are proposed in the paper.

Key words: interference; time slot allocation; TD-SCDMA; HSDPA

和模拟加载。加载业务分为版本4(R4)业务加载和HSDPA业务加载,又可以加载不同的负荷。

2.1 不同干扰类型对系统的影响

(1) 室内模拟HSDPA加载

干扰类型是基站对基站,干扰因素包括室内基站配置的基本公共控制物理信道(PCCPCH)功率和模拟加

载的占空比。室内基站配置的PC-CPCH功率越低,干扰越小。模拟占空比越小,干扰越小。干扰与测试点室内信号强度的大小没有关系,与室内基站天线和室外基站天线之间的路损相关。路损反映了室内基站天线泄露到室外的干扰信号强度的大小。

如果室外是R4业务,可能造成室外R4终端的掉话,掉话原因多为无线

链路(RL)失败。如果是HSDPA版本5(R5)业务,则影响室外小区的吞吐量大小。在室外R5小区TS₃配置HSDPA共享信息信道(HS-SICH)时,影响尤为明显。

(2)室内真实HSDPA加载

干扰类型有基站对基站、终端对终端,干扰因素包括室内基站配置的PCCPCH功率、终端用户之间的位置、终端用户所处的通道。室内基站配置的PCCPCH功率越低,HSDPA高速共享数据信道(HS-DSCH)下行发射的功率越低,干扰越小。室内外终端之间路损越大(比如有隔墙等),干扰越小。同时室外终端用户所处的室外场强越小,其上行的发射功率越大,干扰越大。

基站对基站的干扰同室内模拟HSDPA加载的情况一样。终端对终端的干扰会影响室内小区HSDPA用户的吞吐量,影响的大小与终端之间的相对位置有关(也即路损相关),和终端发射功率的大小有关。

如果室内分布系统采用多通道布局,在分析时要考虑终端用户所处的通道因素。

(3)室内真实R4加载

干扰类型有基站对基站、终端对终端,干扰因素包括室内加载R4终端的位置、终端之间的相对位置、终端用户所处的通道。室内终端所处位置PCCPCH接收信号功率(RSCP)越小,则基站的发射功率越大,干扰越大。室外终端所处位置的PCCPCH RSCP越小,则室外终端用户的发射功率越大,干扰越大。需要考虑室内外用户处于不同的通道位置。

真实的R4终端在专用信道发射功率有功率控制的,因此终端所出信号场强越低,基站和终端用户的发射功率就越大,干扰就越大。这一点和HS-DSCH采用固定的发射功率不同。

室内用户处于位于离室外基站位置越近的通道,则基站对基站的干扰越大。室内外用户在室内位于不同的通道,则终端对终端的干扰越小。

通道相隔越远,干扰越小。

(4)室内模拟R4加载

干扰类型是基站对基站,干扰因素是模拟加载的功率。模拟加载功率越大,干扰越大。

模拟R4加载一般按照固定的发射功率加载。因此模拟R4加载功率越大,干扰功率越大,与室外用户所处的室内位置没有关系。

2.2 载干比对系统的影响

用户的解调性能与其接收信号的载干比(C/I)有关,接收信号的C/I受到公式(1)中诸多因素的影响:

$$C/I = \frac{P}{\alpha \times I_{\text{owner}} + I_{\text{other}} + N_0} \quad (1)$$

其中P为接收到信号功率, I_{owner} 为本小区的干扰信号功率, α 为干扰消除因子,在TD-SCDMA中取值一般为0.1, I_{other} 为邻小区的干扰功率, N_0 为热噪声功率。

本次测试中既有室内基站下行对室外基站上行的干扰,也有终端上行对终端下行的干扰。

基带通过联合检测可以很好的消除本小区的干扰,在本次测试中, $\alpha \times I_{\text{owner}}$ 基本上对C/I没有多大的影响,可以看出,影响用户C/I的主要是接收信号的功率P和邻小区的干扰 I_{other} (I_{other} 为交叉时隙产生的干扰,无法通过联合检测消除的)。

一般而言异频之间由于频带的隔离,基本不会有什么干扰,测试的重点在于同频的情况;具体同频干扰能达到什么程度,可以通过测试R5的HSDPA的流量和R4业务的容量来进一步分析。

R5的HSDPA的流量跟信道质量标识(CQI)的质量有关,当C/I下降时由于HSDPA下行共享信道(HS-DSCH)没有功控会导致CQI质量下降,从而导致流量减小;R4的业务有功率控制,由于室内的业务会干扰室外上行的接受质量,当 I_{other} 增加,P会随之增加,当P的增加不能够保证业务需要的C/I时,会出现上行掉话,最终系统

的容量减少。

3 测试用例仿真

为了准确把握同频组网情况下,室内2:4配置与室外3:3配置时相互之间的干扰及影响程度,可以通过以下6个测试为例对互干扰情况进行验证和分析。这6个设计例分别为:

- 室内小区TS₃按75%、100%的R4模拟加载时对室外R4的干扰;
- 室内小区TS₃按HSDPA75%、100%模拟加载时对室外R4的干扰;
- 室内小区TS₃按HSDPA75%、100%模拟加载时其对室外HSDPA的干扰;
- 室外R4(TS₃单时隙承载6个或8个CS12.2K用户时)和室内R4的相互干扰;
- 室外R4(TS₃单时隙承载6个或8个CS12.2K用户时)和室内HSDPA的相互干扰;
- 室外HSDPA(TS₃全部码道配置为HS-DSCH信道)和室内HSDPA的互干扰。

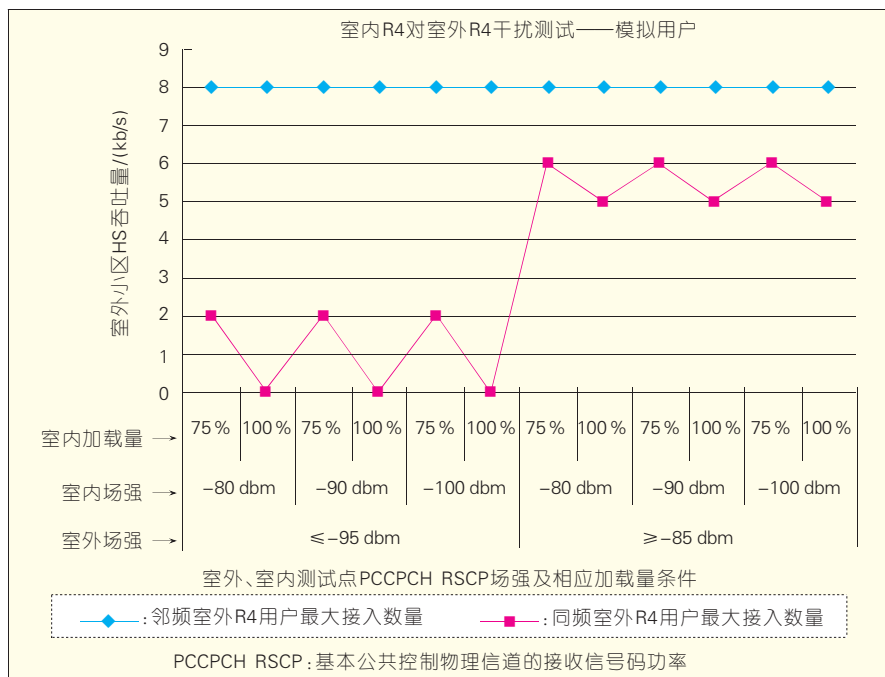
前3个设计例主要用来验证室内对室外的干扰,不涉及室外对室内的干扰;后3个设计例主要验证在真实环境下室外对室内的干扰,同时也存在室内对室外的干扰。

模拟R4加载的规定如下:75%加载,加载码道为12码道,加载功率为-25 dbm;100%加载,加载码道为满码道(16码道),加载功率为-27 dbm。

(1) 室内小区TS₃按75%、100%的R4模拟加载时对室外R4的干扰

在图1给出的测试场景下,邻频之间室内R4对室外R4没有测试出干扰,室外小区均可呼满并保持8个CS12.2K用户。

同频情况下,由于室内对室外的干扰(基站间的干扰),导致室外单时隙R4容量损失,当室外用户处于中强场时,容量损失了25%,当室外用户处于弱场时,单时隙容量损失了75%以上;并且相同的测试点,增加模拟加载功率, I_{other} 增加,接入的用户数下



▲图1 室内R4模拟加载时对室外R4的干扰

降,说明此时增加用户的接收功率 P 也不足以提高用户的 C/I 。室外中强场相比弱场场强要强很多,用户到基站的路损小,基站接收到的用户功率 P 要更大,抗干扰能力更强,因此接入的用户数相对要多,容量损失要小。由于模拟加载按照固定功率加载,且室内对室外的干扰属于基站对基站的干扰,因此与室外用户在室内的场强位置没有关系。

(2) 室内小区 TS_3 按HSDPA75%、100%模拟加载时对室外R4的干扰

在图2给出的测试场景下,异频之间室内HSDPA对室外R4没有测试出干扰,室外小区均可呼满并保持8个CS12.2K用户。

同频情况下,随着室内场强的降低,HSDPA的加载量也减少,对室外R4的干扰 I_{other} 也逐渐降低,室外可以保持的用户数呈增加趋势,同等加载条件下(相同的加载功率和相同的室内场强下),随着室外强场的提高,室外用户能够保持的用户数也相应增加。测试表明,同频和异频组网比较,单时隙R4容量损失从25%到75%。

(3) 室内小区 TS_3 按HSDPA75%、

100%模拟加载时对其室外HSDPA的干扰

在图3给出的测试场景下,异频情况下室内HSDPA对室外HSDPA没有明显的干扰,当室外用户处于弱场下, C/I 较差,室外用户的吞吐量为

600 kb/s左右;当室外用户处于中强场下,室外用户的吞吐量为1.35 Mb/s左右,测试结果正常。

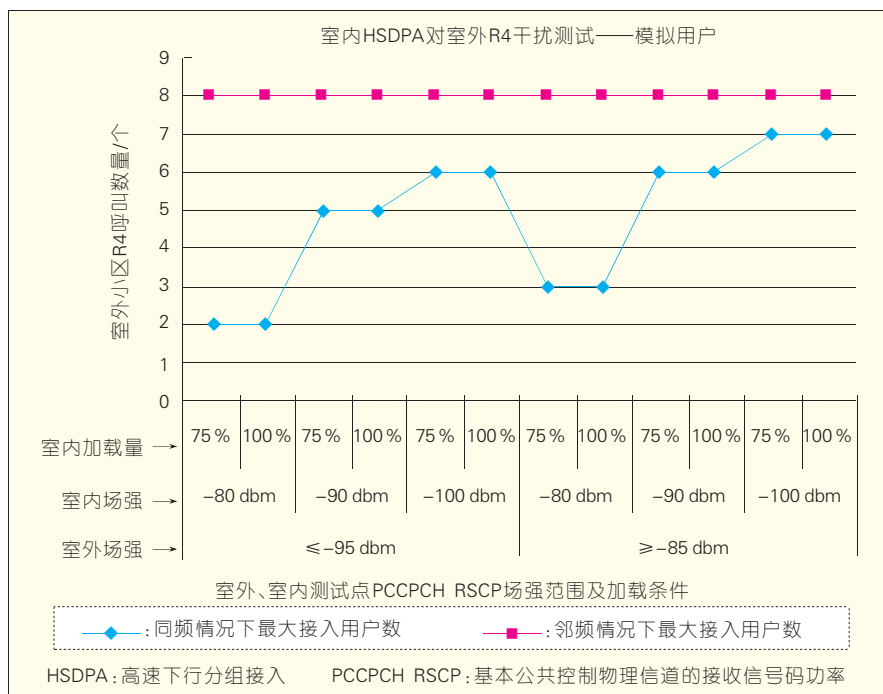
同频情况下,随着室内场强的降低,HSDPA的加载量也相应降低,对室外HSDPA的干扰也相应降低,室外HSDPA吞吐量相应增高;室外中强场比室外弱场的吞吐量平均要高,同等条件下,同频组网相比较异频组网,室外用户的平均吞吐量损失在40.7%以上。

(4) 室外R4(TS_3 单时隙承载6个或8个CS12.2K用户)对室内R4干扰

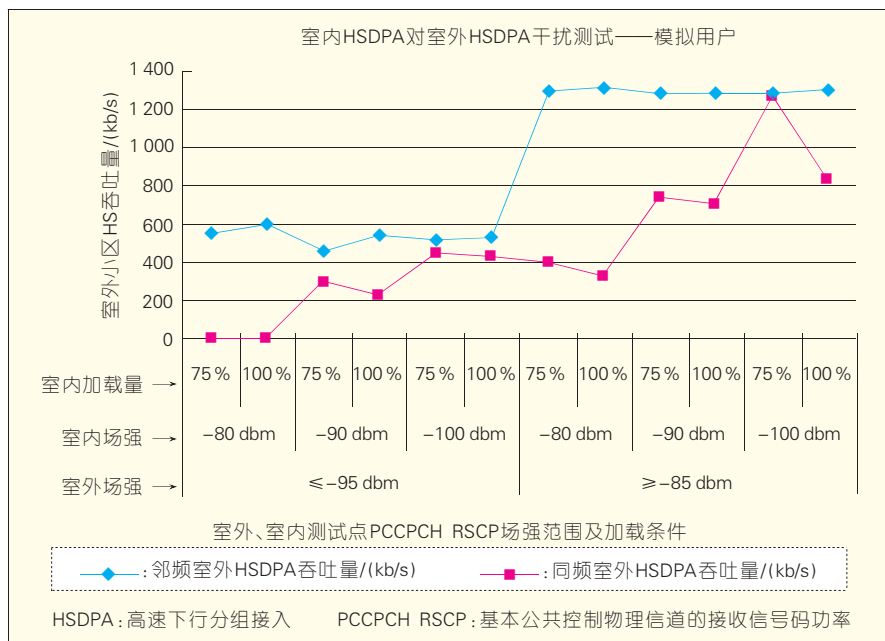
在图4给出的测试场景下,异频条件下,各种测试场景中,室外R4对室内R4没有造成明显的干扰,室内单时隙 TS_3 可以正常呼满并且保持8个CS12.2K。

同频条件下,各种测试场景中,室外R4对室内R4造成了较大的干扰,室内单时隙 TS_3 均没有成功呼起1个CS12.2K,容量损失为100%。由于测试点室内和室外位于同一点,因此表明终端对终端之间路损小,相互干扰比较大。

(5) 室外R4(TS_3 单时隙承载6个或



▲图2 室内HSDPA模拟加载时对室外R4的干扰



▲图3 室内HSDPA模拟加载时对室外HSDPA的干扰

8个CS12.2K用户时) 对室内HSDPA的干扰

在图5给出的测试场景下, 异频情况下, 各种测试场景下, 室外R4没有对室内HSDPA的吞吐量造成明显的干扰, 平均吞吐量维持在1.35 Mb/s左右。

同频情况下, 当室内测试点与室外加载点位于同一位置时, 室外对室内HSDPA用户的干扰比较严重, 导致室内用户呼叫不成功, 小区吞吐量损失为100%; 当室内用户与室外加载用户之间距离较远, 隔离度增大时, 室外用户对室内用户的干扰相对与室内外用户位于同一地点要减少(终端之间距离越远, 路损越大, 干扰越小), 平均吞吐量测试结果为700 kb/s左右, 容量损失达40%至56%左右, 同时室内HSDPA保持过程中, 也不断导致室外加载点的R4掉话, 表明该测试同样存在室内对室外的干扰。

(6) 室外HSDPA (TS₃配置为HS-DSCH)对室内HSDPA的干扰

在图6给出的测试场景下, 异频情况下, 对于各种测试场景情况, 室外HSDPA没有对室内HSDPA的吞吐量造成明显的干扰, 室内HSDPA载波

平均吞吐量被维持在1.35 Mb/s左右, 室外HSDPA载波平均吞吐量被维持在820 kb/s左右。

同频情况下, 各种测试场景下, 室外HSDPA对室内HSDPA造成了较大的干扰, 室内HSDPA载波平均吞吐量为780 kb/s左右, 吞吐量损失超过

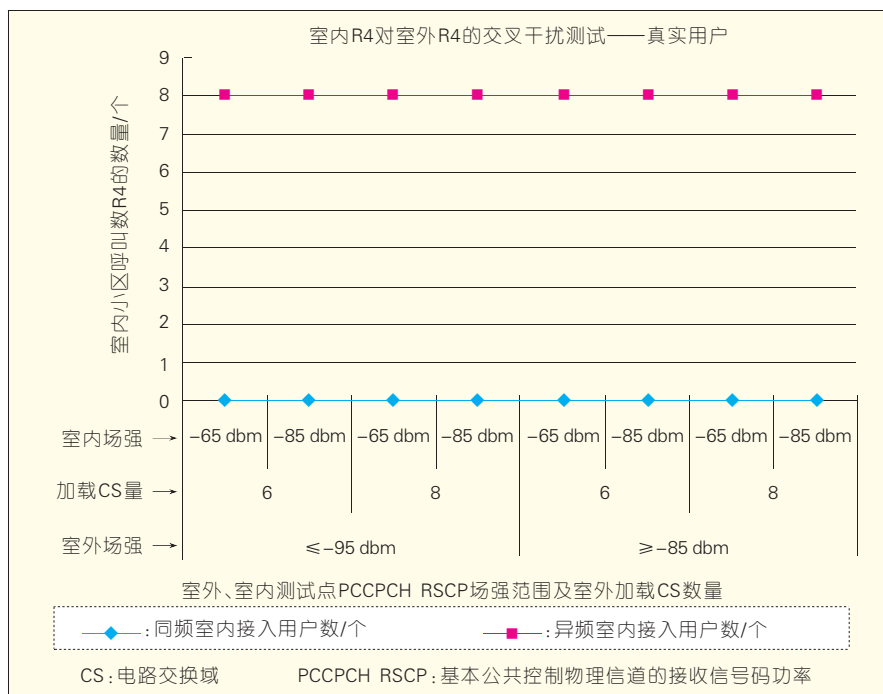
40%。同时室内HSDPA对室外HSDPA也造成了较大的干扰, 室外HSDPA载波的吞吐量只有60 kb/s左右, 吞吐量下降超过了750 kb/s, 损失超过90%。

综上所述各种业务量定量测试对比发现, 室内对室外的TS₃的干扰信号码功率(ISCP)干扰大约在-93.7 dbm到-83.4 dbm之间, 导致室外R4或HSDPA的呼通率或吞吐量都将大幅度下滑; 室外对室内的TS₃的ISCP干扰大约在-95 dbm至-47 dbm之间(测试点距离越近, 干扰越大), 同样导致了室内R4或HSDPA的呼通率或吞吐量大幅度下滑。

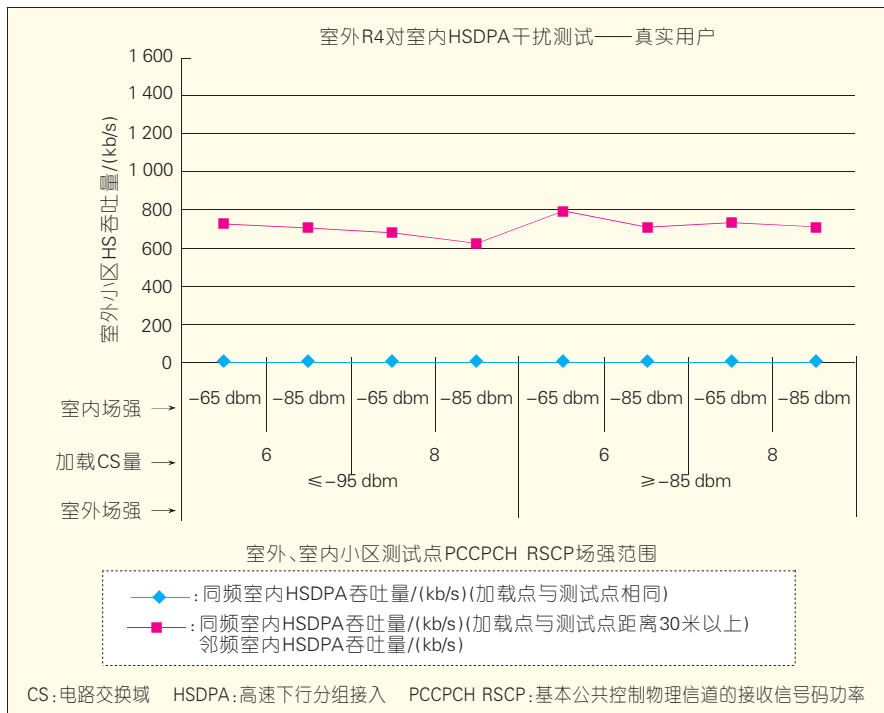
4 结束语

本次测试可以看出, TD-SCDMA系统的室内同频组网, 交叉时隙干扰比较明显, 因此在频率资源比较充足情况下, 室内外优先采用不同的频点组网。

同频组网下, 室外交叉时隙配置时, 最好屏蔽掉室内小区的第一圈邻区的TS₃时隙, 以牺牲第一圈小区的容量(牺牲TS₃配置为HS-DSCH的33%小区吞吐量)来减少干扰。如果不



▲图4 室外R4对室内R4干扰



▲图5 室外R4对室内HSDPA的干扰

闭塞室内小区的第一圈邻区的TS₃时隙, 考虑到室内小区下行3时隙对室外第一圈小区上行3时隙的干扰, 要调整室内小区的功率配置, 以减少室

内对室外的干扰。

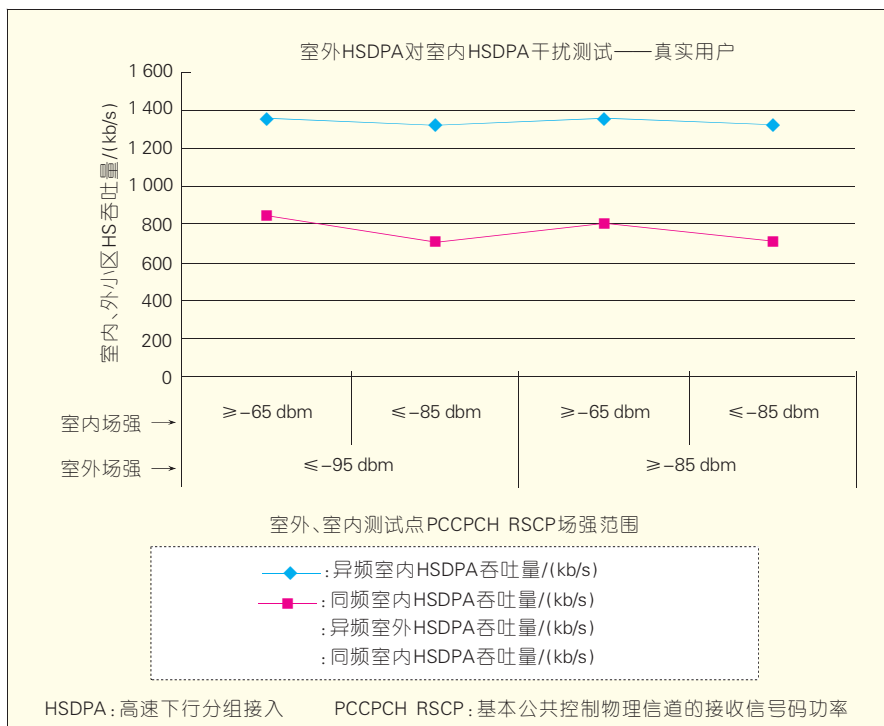
另外, 优选室内外HSDPA频点配置为相同频点, 避免室内HSDPA用户影响室外的R4用户, 造成用户的感受

度差。室内配置HSDPA频点时, 配置室内小区的下行3时隙为非HS-PDSCH时隙, 以减少室内HSDPA下行HS-PDSCH固定发射功率对室外小区的影响。

5 参考文献

- [1] 关山, 张新程, 田韬, 等. HSDPA网络技术[M]. 北京, 机械工业出版社, 2006.
- [2] 叶银法, 陆健贤, 周胜, 等译. HSDPA/HSUPA技术与系统设计—第三代移动通信系统宽带无线接入[M]. 北京, 机械工业出版社, 2007.
- [3] 常永宇. TD-HSPA移动通信技术[M]. 北京, 人民邮电出版社, 2008.
- [4] 彭木根, 王文博. TD-SCDMA移动通信系统—增强和演进[M]. 北京, 机械工业出版社, 2008.
- [5] 彭木根, 王文博. TD-SCDMA移动通信系统[M]. 北京, 机械工业出版社, 2007.
- [6] 谢显中. TD-SCDMA第三代移动通信系统技术与实现[M]. 北京, 电子工业出版社, 2004.
- [7] 李世鹤. TD-SCDMA第三代移动通信系统标准[M]. 北京, 人民邮电出版社, 2003.
- [8] 段玉宏, 夏国忠, 胡剑, 等. TD-SCDMA无线网络设计与规划[M]. 北京, 人民邮电出版社, 2007.
- [9] 朱东照, 罗建迪, 汪丁鼎, 等. TD-SCDMA无线网络规划设计与优化[M]. 北京, 人民邮电出版社, 2007.
- [10] 张传福, 彭灿, 李巧玲, 等. TD-SCDMA通信网络规划与设计[M]. 北京, 人民邮电出版社, 2009.

收稿日期: 2009-01-09



▲图6 室外HSDPA对室内HSDPA的干扰

作者简介



姬舒平, 博士, 毕业于哈尔滨工业大学。现工作于中兴通讯股份有限公司, 高级工程师, 主要从事第三代移动通信系统TD-SCDMA的无线技术研究。已发表文章20余篇、持有专利3项。



赵黎波, 硕士, 毕业于西北大学。现工作于中兴通讯股份有限公司, 主要从事TD-SCDMA无线技术研究。持有专利2项。



董晖, 毕业于上海工业大学。现工作于中兴通讯股份有限公司, 主要负责TD-SCDMA产品系统测试研究工作。已发表文章4篇、持有专利5项。